

# 統計力学 II 演習問題

2009 年 1 月 6 日

[1] 格子振動の Einstein 模型は、量子化された振動（フォノン）のエネルギー  $E$  が

$$E = \varepsilon_0 \quad (1)$$

と一定値  $\varepsilon_0 > 0$  を取るというモデルである。

(a) フォノンの状態密度  $D(\varepsilon)$  は、固体中の原子の総数を  $N$  として、総和則

$$\int_{-\infty}^{\infty} D(\varepsilon) d\varepsilon = 3N \quad (2)$$

を満足する。Einstein 模型の状態密度  $D(\varepsilon)$  を求めよ。

(b) Einstein 模型における Debye 温度  $T_D$  の表式を求めよ。

(c) Einstein 模型の内部エネルギー  $U$  の表式を  $T_D$  を用いて表せ。

(d) Einstein 模型の熱容量  $C = \partial U / \partial T$  の表式を求めよ。また、高温  $T \gg T_D$  と低温  $T \ll T_D$  における  $C$  の温度依存性を解析的に表せ。

(e)  $C/3Nk_B$  の概形を  $0 \leq T/T_D \leq 2$  についてグラフに描け。